



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

Dirección General de Estudios de Posgrado  
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y  
Geográfica  
Unidad de Posgrado

**Determinación del stock de carbono en el páramo  
Igualata - Ecuador**

**TESIS**

Para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias  
Ambientales

**AUTOR**

Magdy Mileni ECHEVERRIA GUADALUPE

**ASESOR**

Miguel Alberto IBÁÑEZ SÁNCHEZ

Lima, Perú

2017



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Echeverria, M. (2017). *Determinación del stock de carbono en el páramo Igualata - Ecuador*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---

375

156  
145



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA**

**UNIDAD DE POSGRADO**  
«Año del buen servicio al ciudadano»



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

**SUSTENTACIÓN PÚBLICA**

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos-Lima, a los dos días del mes de marzo del 2017, siendo las 11.30 horas, se reúnen los suscritos miembros del JURADO EXAMINADOR DE TESIS, nombrado mediante Dictamen N.º 143/UPG-FIGMMG/2017 del 15 de febrero de 2017, con la finalidad de evaluar la sustentación oral de la siguiente tesis:

**TÍTULO**

**«DETERMINACIÓN DEL STOCK DE CARBONO EN EL PÁRAMO IGUALATA—ECUADOR»**

Que, presenta la **MG. MAGDY MILENI ECHEVERRÍA GUADALUPE**, para optar el **GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES**.

El secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente 05565-FIGMMG-2013 del 25 de julio del 2013, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y cumplió con las etapas de la Directiva para el procedimiento de la elaboración de la tesis para la obtención del Grado de Magister o Doctor (Aprobado por Resolución Directoral 080.EPG.2010).

Luego de la Sustentación de la Tesis, los miembros del Jurado Examinador procedieron a aplicar la escala descrita en el Art. 61 del precitado Reglamento, correspondiéndole al graduando la siguiente calificación:

BUENO (16)

Habiendo sido aprobada la sustentación de la tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el **GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES** a la **MG. MAGDY MILENI ECHEVERRÍA GUADALUPE**.

Siendo las 12.30 horas, se dio por concluido al acto académico.

DR. CARLOS FRANCISCO CABRERA CARRANZA  
Presidente

DR. JORGE LEONARDO JAVE NAKAYO  
Secretario

DR. FRANCISCO ALEJANDRO ALCANTARA BOZA  
Miembro

DR. ROLANDO REATEGUI LOZANO  
Miembro

DR. MIGUEL ALBERTO IBÁÑEZ SÁNCHEZ  
Asesor

## RESUMEN

Se determinó el stock de carbono orgánico presente en el suelo y biomasa en el páramo del Igualata (parroquia San Isidro) - Ecuador para cubrir las necesidades experimentales del sector hacia los procesos de adaptación mediante un muestreo factorial fijo balanceado completamente al azar, durante 3 periodos de tiempo (2012, 2013-2014 y 2015) a 5 altitudes que van desde 4090 a 4130 msnm, en cada altitud se determinaron 3 puntos de muestreo con 3 repeticiones, se tomaron muestras de 6 materiales: 4 de biomasa (Paja. Paja raíz, almohadilla, almohadilla raíz) y 2 de suelo a diferentes profundidades: 0.0 – 0.70m y 0.70-1.20 m las cuales se analizaron mediante el método colorimétrico de Walkley-Black. La determinación de la densidad del suelo se hizo mediante el método del cilindro y para la flora el método Gloria.

El análisis estadístico realizado en INFOSTAT nos indica que el porcentaje de carbono orgánico total (COT) fijado en el suelo del páramo del Igualata a 1.20 m de profundidad es mayor al 6% mientras que el stock medio es 465.55 T/ha y para la biomasa (almohadilla y paja, y sus raíces) de 40.44 T/ha al 95% de confiabilidad. No se identificaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los periodos analizados, pues es mínima la actividad antropogénica en el sector; sin embargo, se encontraron diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) para los factores: altitud que tiende a incrementar el stock de carbono con la misma en el rango de estudio en el suelo como en la biomasa, posiblemente porque a mayor altitud la temperatura disminuye y la degradación de la materia orgánica es menor; y, entre los materiales: biomasa y suelo, ya que es mayor el stock de COT acumulado en el suelo pues el horizonte A es grande si se compara con la biomasa. Concluye la investigación con una propuesta de medidas de adaptación hacia el cambio climático.

A pesar de ser un tema complejo, es clave por los servicios eco sistémico que ofrece este sector como almacenador de carbono orgánico y abastecedor de agua para el diseño de las políticas públicas.

**Palabras claves:** Stock de COT, biomasa, suelo, Paramo andino.

## SUMMARY

The stock of organic carbon was determined in the soil and biomass in the Igualata paramo (parish San Isidro) – Ecuador to meet the experimental needs of the sector towards the adaptation processes by a completely balanced fixed random factorial sampling, during three (3) time periods (2012, 2013 – 2014, and 2015) at five (5) altitudes that ranged from 4,090 to 4,130 meters above sea level, at each altitude three (3) sampling points were determined with three (3) repetitions, samplings of six (6) materials were taken: four (4) of biomass (Straw, Straw roots, padding, padding roots) and two (2) soil samples at different depths: 0.0 – 0.70m and 0.70 – 1.20m, which were analyzed by the Walker-Black colorimetric method. The soil density determination was done utilizing the cylinder method and the Gloria method for the flora.

The statistical analysis done by INFOSTAT indicates that total percentage of organic carbon (COT) established in the soil of the Igualata paramo at the depth of 1.20 m is more than six (6) percent and the average stock reserve at 465.55 T/ha and for the biomass (pad, straw, and their roots) of 40.44 T/ha to a 95% confidence interval.

No significant differences were identified ( $p > 0.05$ ) within the analyzed periods, there is minimal anthropogenic activity in the sector, however, but significant high differences ( $p > 0.01$ ) are found for the factors: altitude, it tends to increase the same in the range study in the soil and the biomass, possibly because at a higher altitude the temperature lowers and the organic decomposition is less; and between the materials; biomass and soil, because the COT stock is greater accumulated in the soil for the horizon A if compared with the biomass. The research concludes with an adaptation measures proposal toward climate change.

Despite being a complex theme, it is the key for the eco systemic service that offers this sector as a store of organic carbon and a provider of water for public policy designs.

**Keywords:** Stock COT, biomass, soil, Andean Páramo.